

浅成热液型 Pb-Zn-(Ag)-(Au)-(Cu)多金属矿床 研究进展*

高建京¹, 叶会寿², 陈懋弘², 木合塔尔·买买提明³

(1 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 地球科学与资源学院, 北京 100083; 2 中国地质科学院矿产资源研究所国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037; 3 新疆维吾尔自治区有色地质勘查局 701 队, 新疆 831100)

通常, 与斑岩-浅成热液成矿系统相关的矿床类型有“斑岩型 (Cu、Mo、Cu-Au、Cu-Mo、Cu-Mo-Au) 矿床”, 如西藏玉龙斑岩型 Cu 矿床、东秦岭-大别的一些斑岩型 Mo 矿床、江西德兴斑岩型 Cu-Au 矿床、内蒙乌努格吐山斑岩型 Cu-Mo 矿床、阿根廷的 Agua Rica 斑岩型 Cu-Mo-Au 矿床; “低硫化浅成热液型 Au(-Ag) 矿床 (low-sulphidation epithermal Au(-Ag) deposits)”, 如日本的 Hishikari 低硫化浅成热液型 Au 矿床; “高硫化浅成热液型 Au(-Cu、-Ag) 矿床 (high-sulphidation epithermal Au(-Cu、-Ag) deposits)”, 如福建紫金山地区的高硫化浅成热液型 Cu-Au 矿床、多米尼加共和国 Pueblo Viejo 地区的高硫化浅成热液型 Au-Ag 矿床。

此外, 还存在这样一类 Pb-Zn-(Ag)-(Au)-(Cu)多金属矿床, 它们也被理解为浅成热液矿床的一种, 目前常被称为“浅成热液矿床 (epithermal deposits)” (赵财胜等, 2002; 华仁民等, 2002; 祝新友等, 2005; 毛景文等, 2010)、“浅成热液型多金属贱金属矿床 (polymetallic \ base metal epithermal deposits)” (Bendezú et al., 2008; Baumgartner, et al., 2008) 或“中硫化浅成热液型矿床 (intermediate sulfidation epithermal deposits)” (Noel White, 2004; Sillitoe & Hedenquist, 2003; Sillitoe, 2010)。另外, 类似矿床在环 SW 太平洋被有些学者称作“碳酸盐贱金属金成矿系统 (carbonate-base metal gold systems)” (Leach and Corbett 1993 & 1994), 在环东太平洋的南 (北) 美科迪勒拉地区被有些学者称为“科迪勒拉型多金属贱金属矿床 (Cordilleran polymetallic \ base metal deposits)” (Einaudi, 1982; Gilbert & Park, 1986; Bartos, 1987; Macfarlane & Petersen, 1990; Hemley & Hunt, 1992; Bendezú et al., 2008)。

“硫化”一词是基于深部流体的氧化状态定义的 (Hedenquist, 1987), 而现在被重新用硫化物矿物来定义: “中硫化 (intermediate-sulfidation)” 被用来定义某些浅成低温热液型矿床, 其中有些矿床可能是直接由岩浆流体形成 (大多数这类 Ag 矿床) [岩浆-大气水型], 有些矿床 (富 Au) 由高硫化系统的稀释或围岩阻隔而形成 (Noel White, 2004)。需要注意的是, “中硫化矿床”这一术语有些矛盾和模糊, 如中硫化矿床是低硫化矿床的子集 (Hedenquist et al., 2000); 中硫化矿床是高硫化矿床的子集 (Einaudi & Hedenquist, 2003); 中硫化矿床是与大地构造环境有关的独立矿床类型 (Sillitoe & Hedenquist, 2003)。

在环 SW 太平洋地区, Leach 和 Corbett (1993 & 1994) 在总结该区 Au/Cu 系统时, 用“碳酸盐-贱金属-金成矿系统”来描述一类介于斑岩和浅成低温热液环境之间的中间类型脉状 Pb-Zn-Au-(Ag)-(Cu)多金属矿床。尽管如低硫化石英-冰长石-绢云母型浅成低温热液矿产一样, 这种矿床也能以近地表裂隙脉 (fissure veins) 的形式出现, 其与贱金属和通常高侵位的斑岩的联系证实其形成于浅成低温热液和斑岩之间的过渡环境, 结合其它数据, 将这些矿床分为一个独立的类型 (Leach & Corbett, 1993, 1994)。另外, Sillitoe (1989) 和 Handley & Bradshaw (1986) 也暗示存在这样一类矿床, 以强调其与岩浆的联系, 并指出其是浅成低温热液和斑岩环境之间的一个过渡类型。从斑岩到浅成热液环境的过渡, 存在着时间和空间的演化过程。碳酸盐贱金属矿化通常形成于与斑岩有关的石英网脉或中成-浅成热液石英-硫化物脉之后, 这取决于系统的形成深度; 成矿流体是介于稀释循环天水和高温、高盐度斑岩流体之间的流体 (Leach & Corbett, 1993, 1994)。可见, 这时还没有直接称这类矿床为浅成低温热液矿床, 而是将其描述为浅成低温热液和斑岩环境之间的过渡类型。

在环东太平洋的南 (北) 美科迪勒拉地区, 浅成热液型多金属 (或贱金属) 矿床也被称作“科迪勒拉型贱金属矿床”, 这一术语最早由 Sawkins (1972) 引入。Sawkins (1972) 根据矿床地质特征将这些矿床归类为科迪勒拉脉型矿床 (Cordilleran vein-type deposits)。后来, Einaudi (1982) 把这类矿床描述为与斑岩系统有关的科迪勒拉脉型矿床 (Cordilleran vein or lode

*本文为全国危机矿山接替资源找矿项目 (编号: 20089949, 200841019)、中国地质调查局项目“我国主要金属矿床模型研究 (编号 1212010634001)”、公益性行业科研专项经费项目 (编号: K0801) 的研究成果

第一作者简介 高建京, 男, 1981 年, 中国地质大学博士生, 矿床学专业, Email: jianjinggao@163.com

deposits)。接着,这一“科迪勒拉型贱金属热液脉和/或矿床”先后被Einaudi (1982)、Gilbert & Park (1986)、Bartos (1987)、Macfarlane & Petersen (1990)、Hemley & Hunt (1992)、Bendezú & Fontboté (2002)和Bendezú et al. (2003, 2008)所使用。科迪勒拉型矿床也被称为比尤特型(Butte-type)脉状矿床(Meyer et al., 1968)、多金属脉以及最近的“具有分带的贱金属脉”(“zoned base metal veins”) (Einaudi et al., 2003)。然而,清楚的分带并不是总能被识别出来的,而且在许多矿区矿石主要为矿层状(mantos)而非陡倾斜热液脉状,还有这些矿床经常除了含有贱金属之外还含有Au和Ag。因此,多数学者推荐使用更通用的科迪勒拉型多金属矿床(Fontboté & Bendezú, 2009)或浅成热液多金属矿床。另外一些有关科迪勒拉脉型矿床的一般讨论可以参见Gilbert & Park (1986)、Bartos (1989)和Fontboté & Bendezú (2009)。历史上,科迪勒拉型多金属矿床在该区是Cu以及Zn、Pb和Ag的一个重要来源。

1 矿床主要特征

由前所述,虽然不同研究者依据所研究的不同地域(主要位于环太平洋地区)的类似矿床,提出名称不同的矿床类型,但确实存在这样一类可能与斑岩(矿床)系统有关的Pb-Zn-(Ag)-(Au)-(Cu)多金属矿床,这些矿床既不同充填在裂隙脉中的以石英和冰长石为主导的低硫化浅成热液型Au-Ag矿床和浸染状及交代型矿石普遍的高硫化浅成热液型Au-Cu矿床,也不同于斑岩型矿床。在这种Pb-Zn-(Ag)-(Au)-(Cu)多金属矿脉中,有时可以是Ag-Pb为主(如科迪勒拉地区的Fresnillo、Pachuca、Comstock Lode、Creede等),也可以是Zn-Pb-Au为主(如环SW太平洋地区);Cu和少量的Sn可以在深部增加;典型的矿物有石英、玉髓、方解石和一些冰长石、铁镁碳酸盐和萤石;矿石组构多变;矿脉走向长度变化较大,可以非常长(>20km);形成于像现在见到的地热系统的可能性较小;岩浆流体的注入很可能是重要的。

Bendezú等(2008)将科迪勒拉型贱金属矿床的主要特征总结为如下:①它们在时空上与钙碱性岩浆岩活动有密切关系(如,出现在与大多数斑岩型铜矿床和高硫化浅成热液型Au-Ag矿床相同的环境中);②它们形成于古地表之下较浅深度的浅成低温热液环境下;③它们包括Cu-Zn-Pb-Ag-Au-Bi多金属组合,通常为块状,非常富硫化物(总硫化物高达>50%),并且高Ag/Au比;④从内部含Cu矿石到外部含Zn-Pb矿石的分带性;⑤存在发育良好的矿石矿物和蚀变矿物分带(核心带可以含有高硫化高级泥化蚀变);⑥早期的黄铁矿-石英核是与包括磁黄铁矿-(毒砂)的低硫化矿物组合相联系的,这些低硫化矿物组合可以大规模出现,并形成向外过渡到Zn-Pb矿石的大矿体;⑦它们在硅酸盐容岩中以开放空间充填(热液脉、角砾岩、晶洞-晶簇等)出现,在碳酸盐容岩中以交代形式出现。

2 浅成热液型Pb-Zn-(Au)-(Ag)-(Cu)多金属矿床和斑岩型矿床的联系

斑岩型Cu-(Mo-Au)矿床和高硫化浅成热液型Cu-Au-(Ag-As-Sb-Te)矿床,都与汇聚板块边缘与板块俯冲有关的钙碱性岩浆活动相联系(Hedenquist et al., 1994)。尽管斑岩型和高硫化这两种矿床类型在地质和矿物方面都是不同的,但通常它们表现出密切的时空联系(Sillitoe, 1973; 1983; Arribas et al., 1995; Hedenquist et al., 1998)。有关这种联系的矿床实例,目前已被报道的主要分布在安第斯山科迪勒拉地区(如,阿根廷西北部的Nevados de Famatina和La Mejicana: Losada-Calderon & McPhail, 1996; 阿根廷的Agua Rica: Landtwing et al., 2002; 智利的Maricunga矿带: Muntean et al., 2001; 智利的Chuquicamata: Ossandon et al., 2001; 智利的Rosario: Masterman et al., 2005)、东南亚地区(如,菲律宾的Lepanto: Arribas et al., 1995; Hedenquist et al., 1998; 印度尼西亚的Tombulato: Perello, 1994; 巴布亚新几内亚Lihir岛的Ladlam: Muller et al., 2002; 福建紫金山斑岩-浅成热液系统: 黄仁生, 2008)和北美西南部(如,墨西哥的La Caridad和the Antigua: Valencia, et al., 2008)。这种联系显示出两者之间的成因联系,但是有关斑岩向浅成热液转变的流体过程有待进一步讨论(如, Sillitoe, 1973; 1983; Gammons et al., 1997; Muntean et al., 2000; Sillitoe et al., 2003; Heinrich et al., 2004; Rye, 2005)。

如斑岩型Cu-(Mo-Au)矿床和高硫化浅成热液型Cu-Au矿床的相关性类似,虽然一些学者(如, Sawkins, 1972; Leach et al., 1993; 1994; Sillitoe, 2010)认为(中硫化)浅成热液型Pb-Zn-(Au)-(Ag)-(Cu)多金属矿床的形成同样与斑岩系统有关,而且在中国东部也可见这两类矿床的时空联系(如, 乌努格吐山与查干-甲乌拉; 德兴与银山, 毛景文等, 2010);但是,对该类矿床与斑岩型矿床的相互穿插关系和流体转变过程等联系细节还不是足够清楚。如,许多这类多金属矿床叠加在斑岩型铜矿床之上(如, Butte、Morococha);有些还未发现与斑岩型矿床存在联系(Einaudi et al., 2003);有些矿床出现在相同成矿环境中的上部位置,并且根据穿插关系和地质年代学数据判断,其应该叠加在斑岩型铜矿、矽卡岩型矿床和高硫化浅成低温热液型Au-(Ag)矿床之上,形成于斑岩系统演化的更晚期(如, Bendezú et al., 2003; Fontboté et al., 2009)。